



Aalborg Universitet

AALBORG UNIVERSITY
DENMARK

Forlægning ved Kolind

datarapport nr 1

Steenfelt, Jørgen S.; Thøgersen, Lotte

Publication date:
1997

Document Version
Tidlig version også kaldet pre-print

[Link to publication from Aalborg University](#)

Citation for published version (APA):

Steenfelt, J. S., & Thøgersen, L. (1997). *Forlægning ved Kolind: datarapport nr 1*. Geoteknikgruppen, Institut for Vand, Jord og Miljøteknik, Aalborg Universitet. AAU Job Nr. 9709

General rights

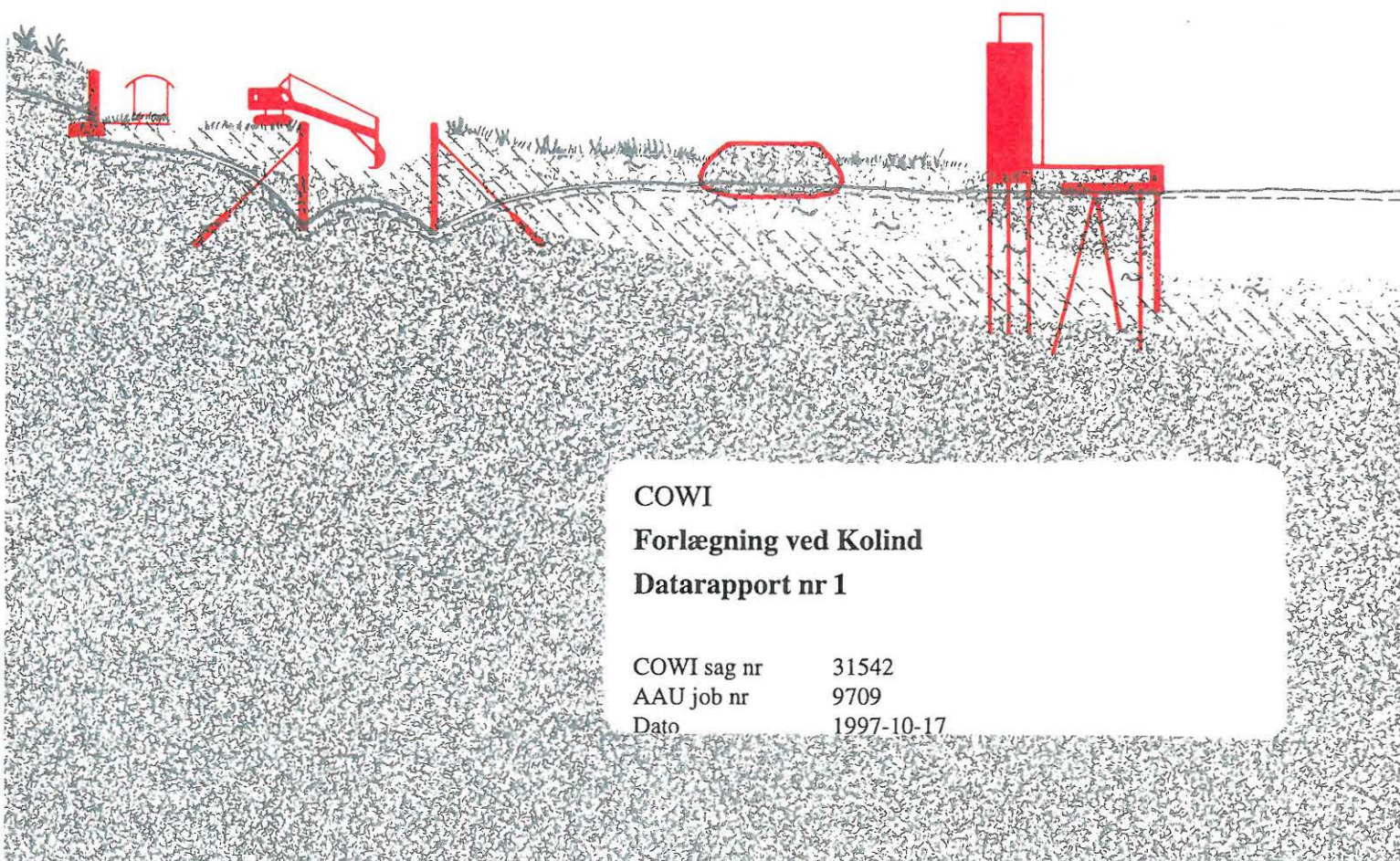
Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal -

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at vbn@aub.aau.dk providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

LABORATORIET FOR FUNDERING
INSTITUTTET FOR VAND
JORD OG MILJØTEKNIK
AALBORG UNIVERSITETSCENTER



COWI

Forlægning ved Kolind

Datarapport nr 1

COWI sag nr 31542

AAU job nr 9709

Dato 1997-10-17



Aalborg Universitet

Geoteknikgruppen
Sohngaardsholmsvej 57
9000 Aalborg
Danmark

Kontaktperson

Professor	Jørgen S. Steenfelt
Tlf	9635 8452
Fax	9814 2555
e-mail	i5jst@civil.auc.dk

COWI

Forlægning ved Kolind

Datarapport nr 1

7 sider, 5 bilag

COWI sag nr	31542
AAU job nr	9709
Dato	1997-10-17

Udarbejdet	Jørgen S. Steenfelt Lotte Thøgersen
------------	--

Kontrolleret	Willy Lund
--------------	------------

Godkendt	Jørgen S. Steenfelt
----------	---------------------

COWI

Forlægning ved Kolind

Datarapport nr 1

COWI sag nr	31542
AAU job nr	9709
Dato	1997-10-17

Indholdsfortegnelse

1.	Indledning	1
2.	Konsolideringsforsøg	1
2.1	Forsøgsprogram	1
2.2	Prøvetildannelse	2
2.3	Tolkning af forsøgene.....	2
2.4	Resultater	3
2.5	Supplerende forsøg.....	3
3.	Triaksialforsøg	4
3.1	Generelt.....	4
3.2	Prøvetildannelse	5
3.3	Tolkning af forsøg.....	5
3.4	Resultater af triaksialforsøg	5
4.	Kommentar til forsøgsresultaterne	6
5.	Referencer	7

Bilag

Bilag 1	Konsolideringsforsøg 970901	2 sider
Bilag 2	Konsolideringsforsøg 970902	2 sider
Bilag 3	Konsolideringsforsøg 970903	2 sider
Bilag 4	Triaksialforsøg 970904	4 sider
Bilag 5	Triaksialforsøg 970905	4 sider

1. Indledning

I forbindelse med Kalø-Kolind, km 8,2-10,0 : Forlægning ved Kolind skal der etableres en vej ud over et blødbundsområde med 3-9 m blødbund.

Den nye vej forventes placeret 1,5 á 2,0 m over eksisterende terræn og forventes forbelastet med en overhøjde på ca 2 m, svarende til en tillægsspænding $\Delta\sigma'_1 \approx 60-70$ kPa. For bestemmelse af designparametre til beregning af vejdæmningens sætninger og stabilitet har COWI optaget A-rørsprøver fra borerne B1, B2, B/RS3, B4 og B5. Laboratoriet modtog 1997-08-26 disse A-rørsprøver mærket: B1/10A, B1/12, B2/5, B2/13, B/RS3/7A, B/RS3/13A og B4/7, B5/13 26.

På materialet fra disse prøverør er der udført 3 konsolideringsforsøg og 2 triaksialforsøg ved Geotekniklaboratoriet på Aalborg Universitet svarende til COWIs beskrivelse i fax dateret 1997-08-28 og 97-09-23.

Datarapport 1 indeholder de bearbejdede resultater fra disse forsøg.

2. Konsolideringsforsøg

2.1 Forsøgsprogram

Prøve K01, Forsøg 970901, er udtaget fra prøverør B2/5, hvor der kun var ca 10 cm prøvelængde. Der er udført følgende belastningstrin:

2,3 - 8,7 - 21,4 - 40,5 - 78,7 - 142,5 - 53,2 - 104,3 - 142,5 - 185,7 - 262,2 - 2,3 kPa

De med kursiv markerede spændingstrin er udført som ekstra trin udover de specificerede. Ifølge instruksen skulle aflastningen ved 53,2 kPa fastholdes til krybningsdekadehældningen Q_s kunne bestemmes. Da der, bortset fra en initial tøjningssvelning på ca 0,035%, ikke var nogen udvikling i tøjningerne efter mere end 10 000 min (sammenlignet med en primær konsolideringstid af 6-10 min ved belastning) besluttedes det efter konsultation med COWI at genbelaste prøven for dels at sikre at det observerede forløb ikke skyldtes et fastlåst trykhoved og dels for at vurdere jordens genbelastningsegenskaber.

Genbelastningen resulterede i meget små tøjninger indtil den tidligere maksimalspænding $\sigma'_1 \approx 142,5$ kPa blev overskredet, hvorefter prøven deformerede i overensstemmelse med den allerede fastlagte dekadehældning Q_s . Pga den tidligere krybning ved $\sigma'_1 \approx 142,5$ kPa for bestemmelse af Q_s , svarer tidskurven ved $\sigma'_1 \approx 185,7$ kPa dog stadig til en forkonsolideret prøve.

Prøve K02, Forsøg 970902, blev udtaget af prøverør B2/13 og er kørt med følgende belastningstrin:

2,4 - 11,1 - (19,8) - 37,1 - 71,8 - 141,4 - 71,8,2 - 2,4 kPa

Belastningstrinnet 19,8 kPa blev dog ikke aktivt, da belastningsåget fejlagtigt ikke overførte nogen belastning. Der har været talt om en mindre relaxsation hvorfor dette trin er afbildet svarende til $\sigma'_1 \approx 11,1$ kPa.

Prøve K03, Forsøg 970903, er kørt for at have et direkte sammenligningsgrundlag for triaksialforsøg T01, Forsøg 970904 og fordi resultaterne fra K01 og K02 divergerede kraftigt. Prøven er udtaget fra prøverør B/RS3/13A lige over triaksprøve T01 og er kørt med samme belastningstrin som K02:

2,4 - 11,1 - (19,8) - 37,1 - 71,8 - 141,4 - 71,8,2 - 2,4 kPa.

2.2. Prøvetildannelse

Prøve K01 blev tildannet fra materialet i bunden af prøverør B2/5, hvor der totalt var 10 cm prøvelængde. Det er således usikkert hvor i intervallet 2-2,6 m dybde prøven er fra. Pga den lave styrke var tildannelsen vanskelig, og prøven blev derfor presset ned i en 70 mm diameter konsolideringscelle med en prøvehøjde på 35 mm. Prøvebeskrivelsen svarer til den på boreprofilet angivne, idet prøven dog virkede dyndet (pga forstyrrelse ved prøveoptagelsen?): Gytje, dyndet, m enk. planterester, m. skalfragmenter, grønlig gråt.

Efter tørring ses det, at prøven består af to halvdele (delt vertikalt), hvor den ene er meget rig på småskaller og bliver hvidlig ved tørring. Prøven er formentlig tørveholdig og virker sandet.

Prøve K02, Forsøg 970902, blev tildannet fra bunden af prøverør B2/13. I den første prøvelængde på ca 4 cm var der et hul i siden svarende til udfald af skaller el. lign. (prøven blev benyttet til bestemmelse af vandindhold, og efter udtørring var det klart, at skaller og skalfragmenter findes i stor mængde i en regelløs orientering). Over dette niveau lykkedes det med besvær at tildanne en prøve med 60 mm diameter og 30 mm højde. Prøvebeskrivelsen svarer til boreprofilets (dog flere skaller?): Gytje, m enk. planterester, m. stort indhold af skalfragmenter, grønliggråt.

Prøve K03, Forsøg 970903, blev tildannet fra en 5 cm prøve 14 cm fra bunden af prøverør B/RS3/1/13A. Øverst i prøvelegemet var der en ca 2 cm stor muslingeskal, der sad skråt ned i midten. Et ca 5 mm dybt hul i den øverste snitflade blev fyldt med afskåret materiale ved trimningen. Der var en del skalresten ved trimningen men det lykkedes at fjerne disse uden at forstyrre prøven. Prøvebeskrivelsen stemmer overens med boreprofilet: Gytje, m enk. planterester, m. skalfragmenter, grønlig gråt.

2.3. Tolkning af forsøgene

Som aftalt er der udført en traditionel tolkning (Brinch Hansen, 1961) af forsøgene til bestmmelse af dekadehældning, Q , forkonsolideringsspenning, σ'_{pc} og krybningsdekadehældning, Q_s (svarende til normalkonsolideret tilstand).

For hvert trin er der bestemt tangentkonsolideringsmodul $K = \Delta\sigma'/\Delta\epsilon_c$ og konsolideringskoefficient $c_k = k_{10} K / \gamma_w$ (side 2 af hvert bilag). Det bemærkes, at parametrene for genbelastning kun kan bestemmes med sikkerhed ved en tolkning hvor krybning separeres.

2.4. Resultater

Klassifikationsresultaterne er vist i tabel 1. Bemærk at vandindhold ved start af forsøg ertilbageregnete værdier ud fra slutvandindholdet og sluttøjningen svarende til (antaget) 100% vandmætning. P.g.a. det store skalindhold kan der ikke forventes en stringent sammenhæng mellem vandindhold og styrke- og deformationsparametre; det er desuden usikkert om mætningsgraden faktisk er 100%.

De tolkede værdier af forkonsolideringsspænding, σ'_{pc} , dekadehældning, Q , og krybningsdekadehældning, Q_s , er angivet i tabel 2.

Sammenhørende værdier af σ' , ε_c , ε_s , K og c_k er angivet i bilagenes side 2.

Fra tidskurverne er værdier af konsolideringstiden t_c (svarende til $T = \pi/4$) og konsolideringskoefficienten, c_k , fundet som vist i tabel 3.

Tabel 1. Klassifikationsresultater for konsolideringsprøver

Forsøg nr		970901	970902	970902
Prøve nr		B2/5 K01	B2/13 K02	B/RS3/13A K03
Dybde	D [m]	2,1 á 2,6	6,54	6,44
Vandindhold afskræl	$w_{skræl}$ [%]	(216)	170,2	198,6
Vandindhold efter forsøg	w_{efter} [%]	46,8	118,3	146,5
Vandindhold før forsøg*	$w_{før}$ [%]	73,6	170,8	212,9
Densitet efter forsøg	ρ_{efter} [Mg/m ³]	1,635	1,316	1,250
Densitet før forsøg	$\rho_{før}$ [Mg/m ³]	1,561	1,224	1,169

*tilbageregnet svarende til 100% vandmætning og observeret sluttøjning

Tabel 2. Forsøgsresultater for konsolideringsforsøg

Forsøg nr		970901	970902	970903
σ'_0	[kPa]	18	28	26
σ'_{pc}	[kPa]	18-35	18-30	28-40
Q	[%]	13,9	21,0	32,8
$Q_{DS\ 415}$	[%]	25,7	41,5	43,7
ε_s (≈ 70 kPa)	[%]	0,43	2,1	5,0
ε_s (≈ 140 kPa)	[%]	0,53	2,2	4,6

2.5 Supplerende forsøg

P.g.a. den store variation i deformationsparametrene blev det besluttet også at udtage en konsolideringsprøve i forbindelse med prøve T02 (triaksialforsøg). Materialet over T02 var imidlertid totalt omrørt og flydende (kraftig prøveforstyrrelse eller tilløbet materiale under borearbejdet?). En prøve kunne derfor kun tildannes ved at "hælde" materiale ned i en 70 mm

konsolideringsring, prøve K04, forsøg 970906. Vandindholdet af det nærmest skalfri materiale var $w = 202,6\%$, men her et udtryk for et reelt vandindhold,

Forsøget gav en dekadehældning på $Q = 22,1\%$ og krybningsdekadehældninger $\varepsilon_s = 1,40\%$, $1,56\%$, $1,83\%$, $1,13\%$ for konsolideringsspenningerne $\sigma'_1 = 53,3$ kPa, 104 kPa, $206,5$ kPa og $410,5$ kPa.

Tabel 3 Konsolideringstider fundet ved tolkning af tidskurverne

970901				970902				970903	
Trin	σ' [kPa]	t_c [min]	c_k [m ² /sek]	Trin	σ' [kPa]	t_c [min]	c_k [m ² /sek]	t_c [min]	c_k [m ² /sek]
1	8,7	10,1	$2,2 \cdot 10^{-6}$	1	11,1	670	$2,4 \cdot 10^{-8}$	705	$2,3 \cdot 10^{-8}$
2	21,4	7,3	$3,0 \cdot 10^{-6}$	2	(19,8)	-	-	737	$2,2 \cdot 10^{-8}$
3	40,5	5,5	$4,0 \cdot 10^{-6}$	3	37,1	527	$3,1 \cdot 10^{-8}$	664	$2,4 \cdot 10^{-8}$
4	78,7	6,0	$3,7 \cdot 10^{-6}$	4	71,8	607	$2,7 \cdot 10^{-8}$	1302	$1,2 \cdot 10^{-8}$
5	142,5	8,1	$2,7 \cdot 10^{-6}$	5	141,4	619	$2,6 \cdot 10^{-8}$	1137	$1,4 \cdot 10^{-8}$
6	53,2	(<0,2)	$150 \cdot 10^{-6}$	6	71,8	≈ 50	$32 \cdot 10^{-8}$	1059	$1,5 \cdot 10^{-8}$
7	104,3	(0,2)	$140 \cdot 10^{-46}$						
8	142,5	(0,4)	$63 \cdot 10^{-6}$						
9	185,7	(4,4)	$5,0 \cdot 10^{-6}$						
10	262,2	11,8	$1,9 \cdot 10^{-6}$						

3. Triaksialforsøg

3.1 Generelt

Til fastlæggelse af de effektive styrkeparametre af gytjen blev der udført to multiple stage triaksialforsøg med isotrop konsolidering og brudfaser med $u=0$, $MICU_{u=0}$ på prøver med højde = diameter ≈ 70 mm og glatte trykhoveder. I brudforsøgene var tøjningshastigheden $2\%/time$.

Forkonsolideringsspenningerne afviger ifølge konsolideringsforsøgene ikke meget fra insitu spændingerne, og relativt store tøjninger måtte forventes i konsolideringsfaserne. Det blev derfor besluttet kun at køre to delforsøg på hver prøve, så den totale lodrette tøjning kunne holdes under 25% . Disse delforsøg antages at være repræsentative for den forventede spændingstilvækst på $\Delta\sigma'_1 \approx 60$ kPa.

Ved planlægning af forsøgene er data fra Sørensen (1984) for Sebbesund-dynd anvendt. Der blev følgelig antaget værdier af Skemptions poretrykskoefficient $A = \Delta\sigma'_3 / \Delta(\sigma'_1 - \sigma'_3) \approx 0,5$ og hviletrykskoefficienten for normalkonsolideret tilstand $K_0 \approx 0,6$.

Dette svarer til $\sigma'_1 \approx 1,25 \sigma'_{3,start}$ og $\sigma'_3 \approx 0,75 \sigma'_{3,start}$ i hviletrykstilstanden.

Delforsøgene er for begge triaksialforsøg kørt ved $\sigma'_{3,start} \approx 20$ og 60 kPa.

3.2 Prøvetildannelse

Prøve T01, forsøg 970904, er udtaget fra prøverør B/RS3/13A fra dybde 6,46 - 6,54 m. I toppen af prøven var der et ca 2 cm langt skalfragment, der blev erstattet med afskrælet materiale. Prøvebeskrivelsen svarer til boreprofilet: Gytje m. enk. planterester, m. skalfragmenter, grønlig gråt (konsolideringsprøve K03 er tildannet af materiale lige over T01).

Prøve T02, forsøg 970905, er udtaget fra prøverør B4/7 fra dybde 3,38 - 3,45 m. Prøven var meget vanskelig at tildanne p.g.a mange skalfragmenter. Flere fragmenter blev erstattet med afskrælet materiale.

Materialet lige over T02 var nærmest flydende (stærk prøveforstyrrelse eller materiale tilløbet under borearbejdet?), men er udnyttet til konsolideringsforsøg K04, 970906.

Prøvebeskrivelsen svarer, bortset fra skalindholdet til boreprofilet: Gytje, m. enk. planterester, m. mange skalfragmenter, grønlig gråt.

3.3 Tolkning af forsøg

Efter den isotrope konsolideringsfase, hvor færdig primærkonsolidering er bedømt ud fra ϵ_v afbildning, er der kørt er brudforsøg til peak værdi eller 7% lodret tillægstøjning. Ingen af forsøgene viste tendens til peak værdi.

I første delforsøg på T02 blev forsøget stoppet ved en tillægstøjning på 5% da kammertrykket var tæt på nul. Brudværdi svarende til 7% tøjning er fundet ved ekstrapolation hvor der er anvendt samme procentvise tilvækst i middelnormalspænding p' og deviatorspænding q som ved delforsøg 2 på samme prøve.

3.4 Resultater af triaksialforsøg

Resultatet af de to triaksialforsøg er vist på bilag 4 og 5. Klassifikationsresultaterne er vist i tabel 4 og de tolkede resultater af brudforsøgene er vist i tabel 5.

Tabel 4. Klassifikationsresultater for triaksialprøver

Forsøg nr		970904	970905
Prøve nr		B/RS3/13A T01	B4/7 T02
Dybde	D [m]	6,46	3,38
Lodret effektiv in situ spænding	σ'_0 [%]	26	27
Vandindhold afskræl før forsøg	$w_{skræl}$ [%]	225,1	74,2
Vandindhold af prøve efter forsøg	w_{efter} [%]	139,1	45,1

Den effektive friktionsvinkel ϕ' og den effektive kohæsion c' er bestemt som tangentværdier svarende til en retlinet Mohr-Coulomb brudbetingelse. Skemtons poretrykskoefficient svarer til forskel mellem start og brudpunkt.

Det ses, at A værdierne er højere end antaget (men indenfor erfaringsområdet for normalkonsolideret ler $A = 0,5 - 1$ (Kulhawy & Mayne, 1990)). Den høje værdi kan skyldes, at prøven får store deformationer i den isotrope konsolideringsfase men ikke tilstrækkelig lang krybeperiode til at opbygge en stabil struktur. Det kan dog også skyldes omlejring af skalfragmenter i brudfasen.

Den udrænedede forskydningsstyrke for $\Delta\epsilon_1 \approx 7\%$ (og for $\Delta\epsilon_1 \approx 5\%$ i parentes) svarer for begge prøver til

$$c_u \approx 5,8 \text{ kPa} + 0,31\sigma'_{1,start} \quad (5,1 \text{ kPa} + 0,29\sigma'_{1,start})$$

De effektive styrkeparametre afhænger stærkt af tøjningsniveauet, med stigende mobilisering af friktionsvinklen for stigende tøjningsniveau som vist i tabel 5.

Tabel 5. Resultat af MICU_{u=0} forsøg (brudværdier svarer til $\Delta\epsilon_1 \approx 7\%$ og 5%)

Forsøg Nr	Prøve Nr	$\sigma'_{3,start}$ [kPa]	p' [kPa]	q [kPa]	c_u [kPa]	A	φ'_{sekant} [°]	φ' [°]	c' [kPa]
970904	T01 [$\approx 7\%$]	20,24	13,69	24,92	12,46	0,59	44,3	33,4	3,2
		60,72	29,91	46,95	23,48	0,99	38,5		
970904	T01 [$\approx 5\%$]	20,24	14,35	22,10	11,05	0,60	37,8	27,7	3,0
		60,72	33,08	42,71	21,35	0,98	32,1		
970905	T02 ($\approx 7\%$)*	21,14	11,05	23,62	11,81	0,76	52,0	41,9	1,3
		61,22	28,28	51,05	25,53	0,98	43,9		
970905	T02 ($\approx 5\%$)	21,14	11,73	22,62	11,31	0,75	46,9	35,4	2,9
		61,22	30,05	48,89	24,45	0,97	39,8		

* Ekstrapolerede værdier

4. Kommentarer til forsøgsresultaterne

De afvigende værdier af effektive styrkeparametre i de to triaksialforsøg understreger sammen med resultatet af konsolideringsforsøgene, at materialet er meget inhomogent med væsentlige prøveforstyrrelser ved prøvetagning og senere tildannelse i laboratoriet. Effekten af skalfragmenterne og hele, velbevarede muslingeskaller spiller ligeledes en meget væsentlig rolle for spredningen på parameterværdierne.

Det ses i prøverne, at skallerne fortrinsvis ligger i horisontale lag.

Det er således ikke muligt ud fra de foreliggende forsøg at give en stringent karakterisering af lagfølgens styrke- og deformationsegenskaber.

5. Referencer

- Brinch Hansen, J. (1961). A model law for simultaneous primary and secondary consolidation. Danish Geotechnical Institute, Bulletin No. 13, pp 1-4.
- Kulhawy, F.H., Mayne, P.W. (1990). *Manual on Estimating Soil Properties for Foundation Design*. EPRI EL-6800, Project 1493-6, Final Report, August 1990. Cornell University, Ithaca, New York, USA.
- Sørensen, C.S. (1984). Sebbesund-dynd, Styrke- og deformationsegenskaber. Datarapport Laboratoriet for Fundering, Aalborg Universitetscenter.

Symbolliste

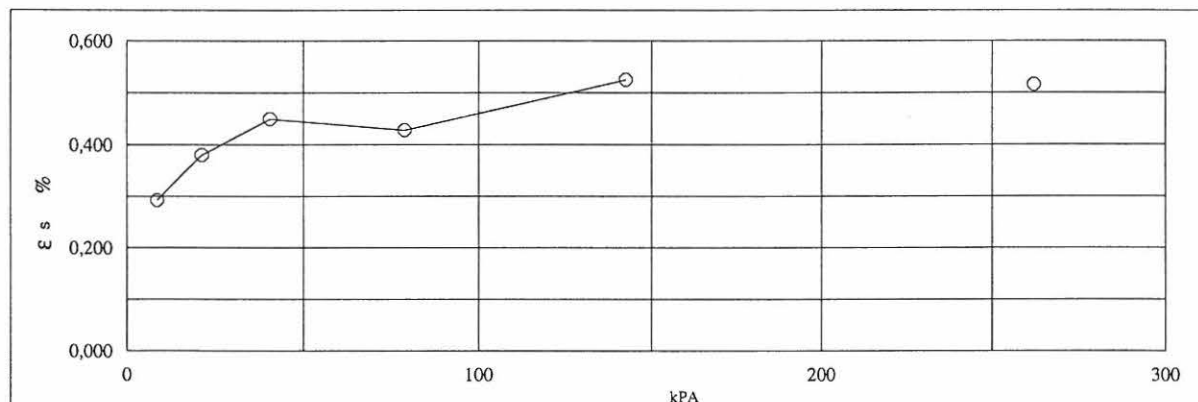
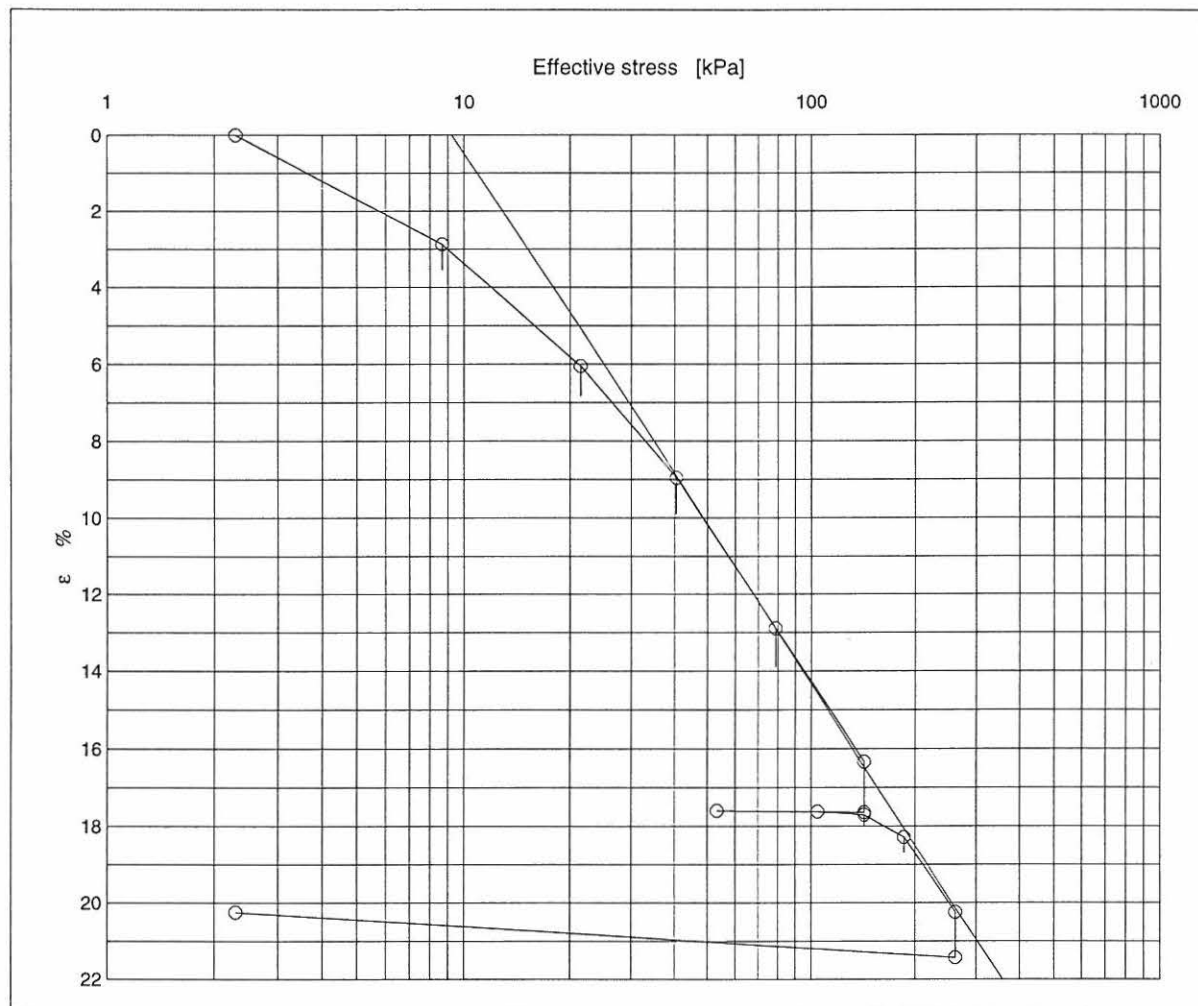
Latinske bogstaver

D	mm	Prøvediameter
H	mm	Prøvehøjde
K	kPa	Konsolideringsmodul (tangent)
K_0		Hviletryksoefficient (σ'_3 / σ'_1)
K_{nc}	kPa	Konsolideringsmodul i normalkonsolideret tilstand
K_{pc}	kPa	Konsolideringsmodul for genbelastning ($\sigma' < \sigma'_{pc}$)
S_w	%	Mætningsgrad
T		Tidsfaktor for konsolidering
Q	%	Dekadehældning ($\partial \epsilon / \partial \log_{10} \sigma'$)
Q_s	%	Krybningsindeks ($\partial \epsilon / \partial \log_{10} t$ for store t-værdier)
c_k	m ² /sek	Konsolideringskoefficient
c_v	kPa	Vingestyrke
e		Poretal
w	%	Vandindhold
p	kPa	Middelnormalspænding ($(\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3)/3$)
q	kPa	Deviatorspænding ($= \sigma_1 - \sigma_3$)
q_c	MN	CPT spidsmodstand
t_a	min	Tidsfaktor ved krybning (ved tillæg $t_x = t_a + t_b$ føres den observerede tidskurve over i en ret linie i $\epsilon - \log_{10} t$ diagrammet)
t_b	min	Karakteristisk tid (her $t_b = t_c$)
t_c	min	Konsolideringstid (svarende til $T = \pi/4$)
u	kPa	Poretryk

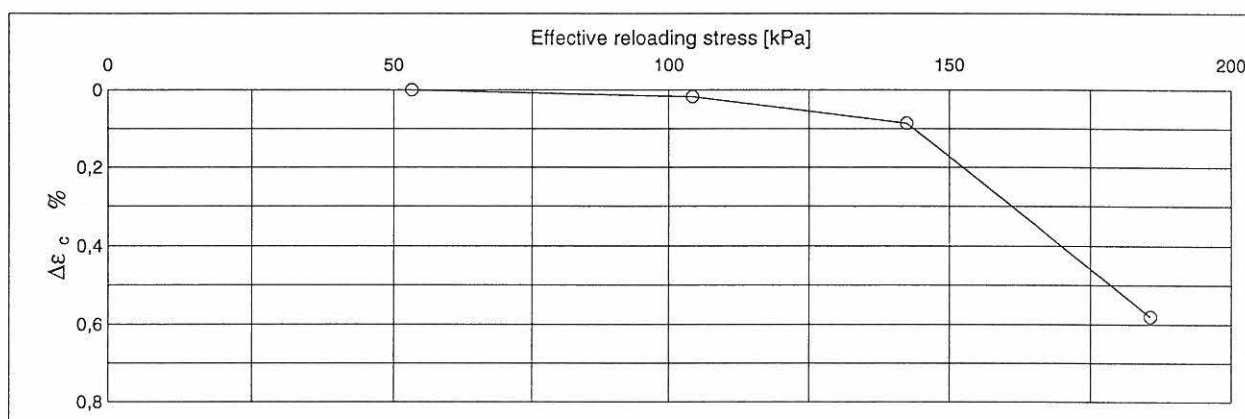
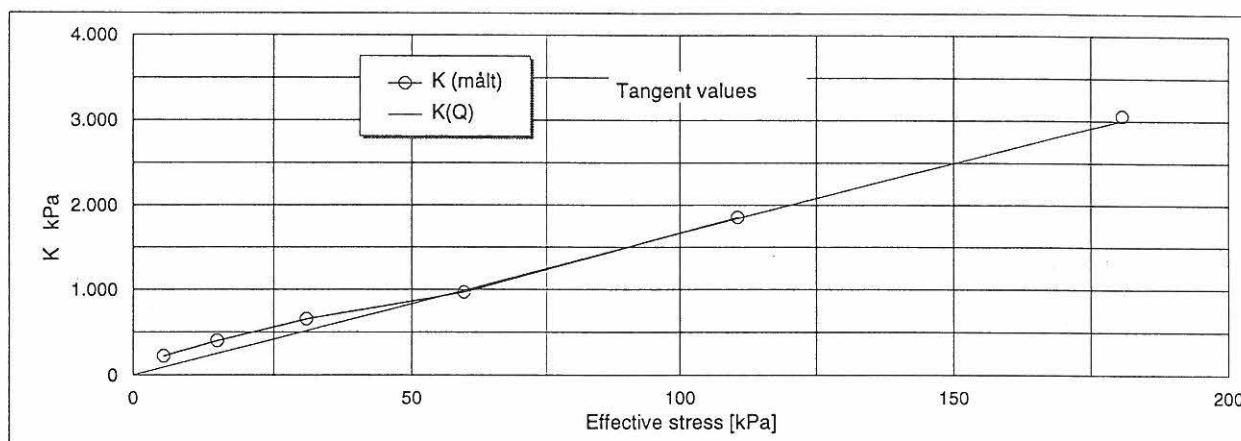
Græske bogstaver

ϵ, ϵ_1	%	Lodret tøjning
ϵ_c	%	Lodret konsolideringstøjning
ϵ_s	%	Dekadehældning for krybning ($\partial \epsilon / \partial \log_{10} t$)
ϵ_q	%	Triaksial forskydningsspænding ($2(\epsilon_1 - \epsilon_3)/3$)
ϵ_v	%	Volumetøjning ($\epsilon_1 + \epsilon_2 + \epsilon_3$)
σ', σ'_1	kPa	Lodret effektiv spænding
σ'_0	kPa	Lodret effektiv spænding insitu
σ'_{pc}	kPa	Lodret effektiv forbelastningsspænding
ρ	Mg/m ³	Total massefylde (total densitet)
ρ_s	Mg/m ³	Kornmassefylde (korndensitet)

Description of soil:				Water content %	Before	After
FYLD: Gytje, dyndet m. skalfragm., grønlig gråt				Bulk density Mg / m ³	73,6	46,8
				Grain density Mg / m ³	1,561	1,635
Bor no :	B2/5	Overburden pressure	σ'_o 18 kPa	Void ratio		
Lab. no:	K01	Vane strength	c_v kPa	Degr. of Saturation %		
Depth (m) :	2,1-2,56	CPT - value	q_c MPa	Dimension H x D mm	35 x 70	28,2 x 70



Job: COWI - 9709	AAU
Forlægning ved Kolind	Encl. No 1
Executed: AMS	Approved
Evaluated: JST	JST



Test results

Q 13,9 %

 σ'_{pc} 18 - 35 kPa

σ' kPa	ϵ_c %	ϵ_s % / lct	σ'_m kPa	K kPa	ck m ² /s
2,3	0,00	-	-	-	-
8,7	2,87	0,292	5,5	222,1	2,18E-06
21,4	6,05	0,380	15,0	400,4	3,01E-06
40,5	8,96	0,450	31,0	655,9	4,00E-06
78,7	12,89	0,428	59,6	971,8	3,69E-06
142,5	16,33	0,525	110,6	1855,5	2,66E-06
53,2	17,60	-	-	-	-
104,3	17,62	0,002	78,8	300021,2	1,44E-04
142,5	17,70	-	123,4	44292,1	6,27E-05
185,7	18,28	0,262	164,1	7455,1	5,02E-06
262,2	20,25	0,516	202,3	3055,6	1,86E-06
			-	-	-
			-	-	-
			-	-	-
			-	-	-

Remark:

Sidste trin er ikke færdigsvælt efter 2800 min.

Job: COWI - 9709

Forlægning ved Kolind

AAU

Encl. No

2

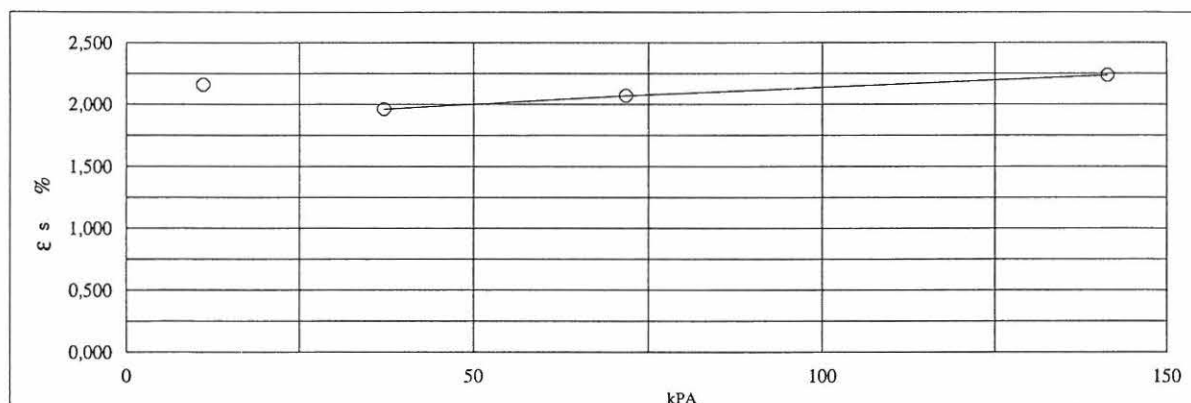
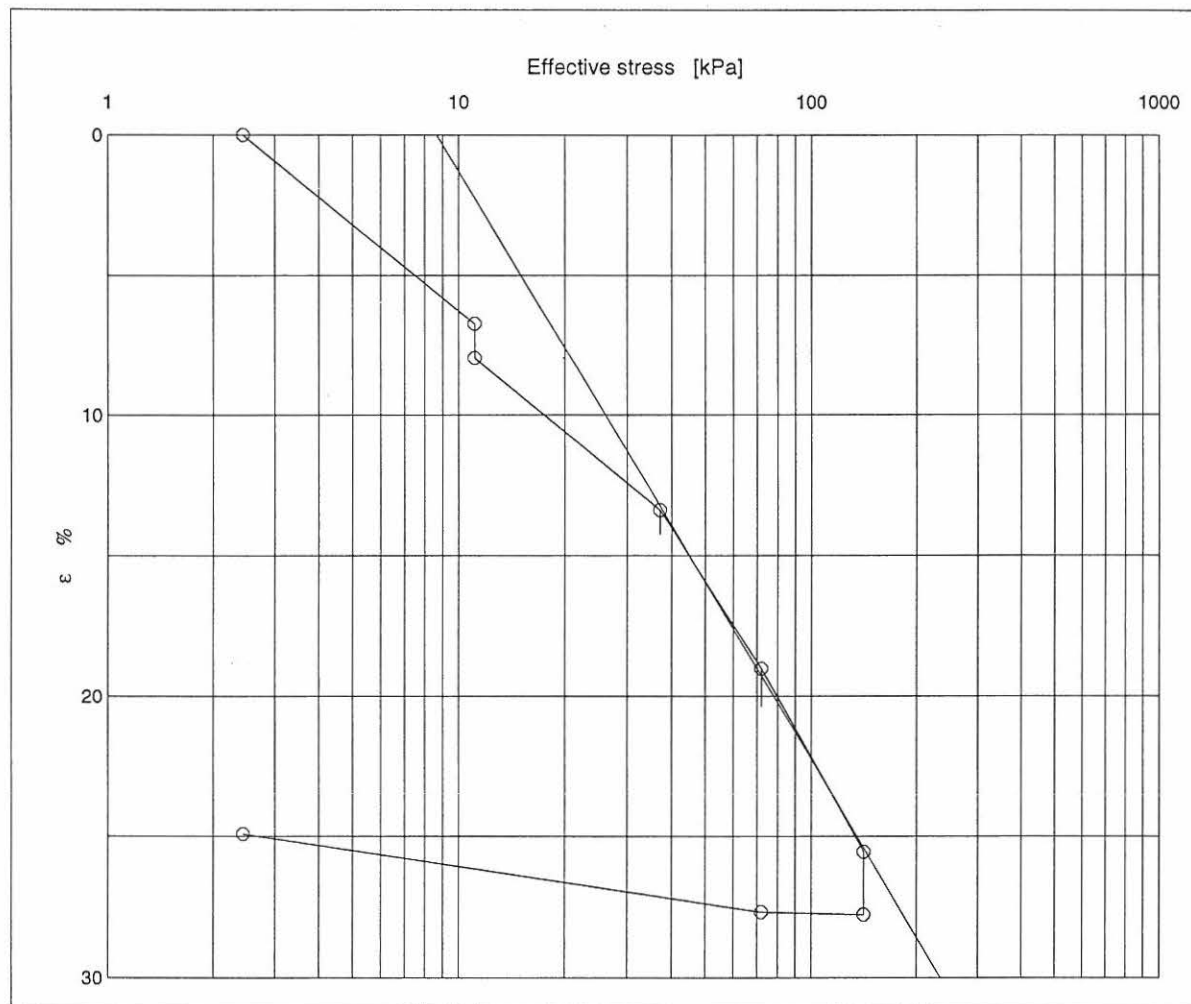
Executed: AMS

Approved

Checked: JST

JST

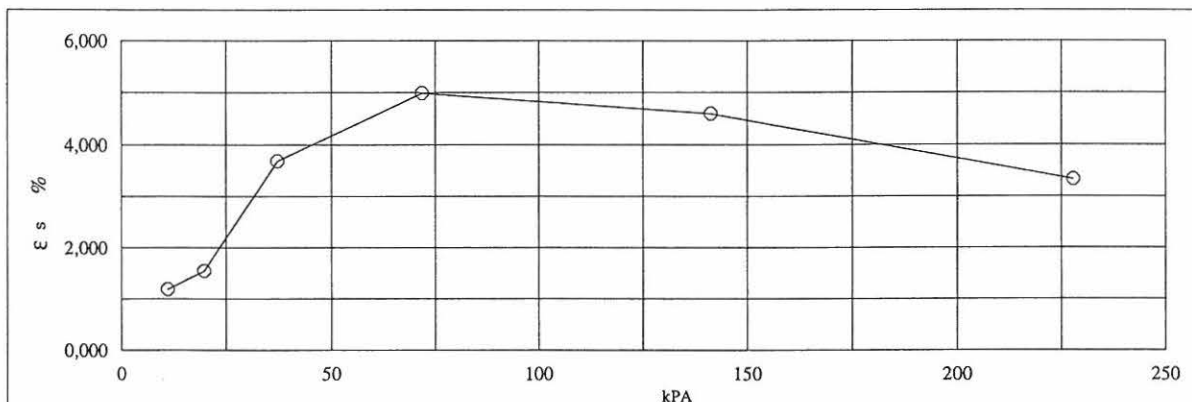
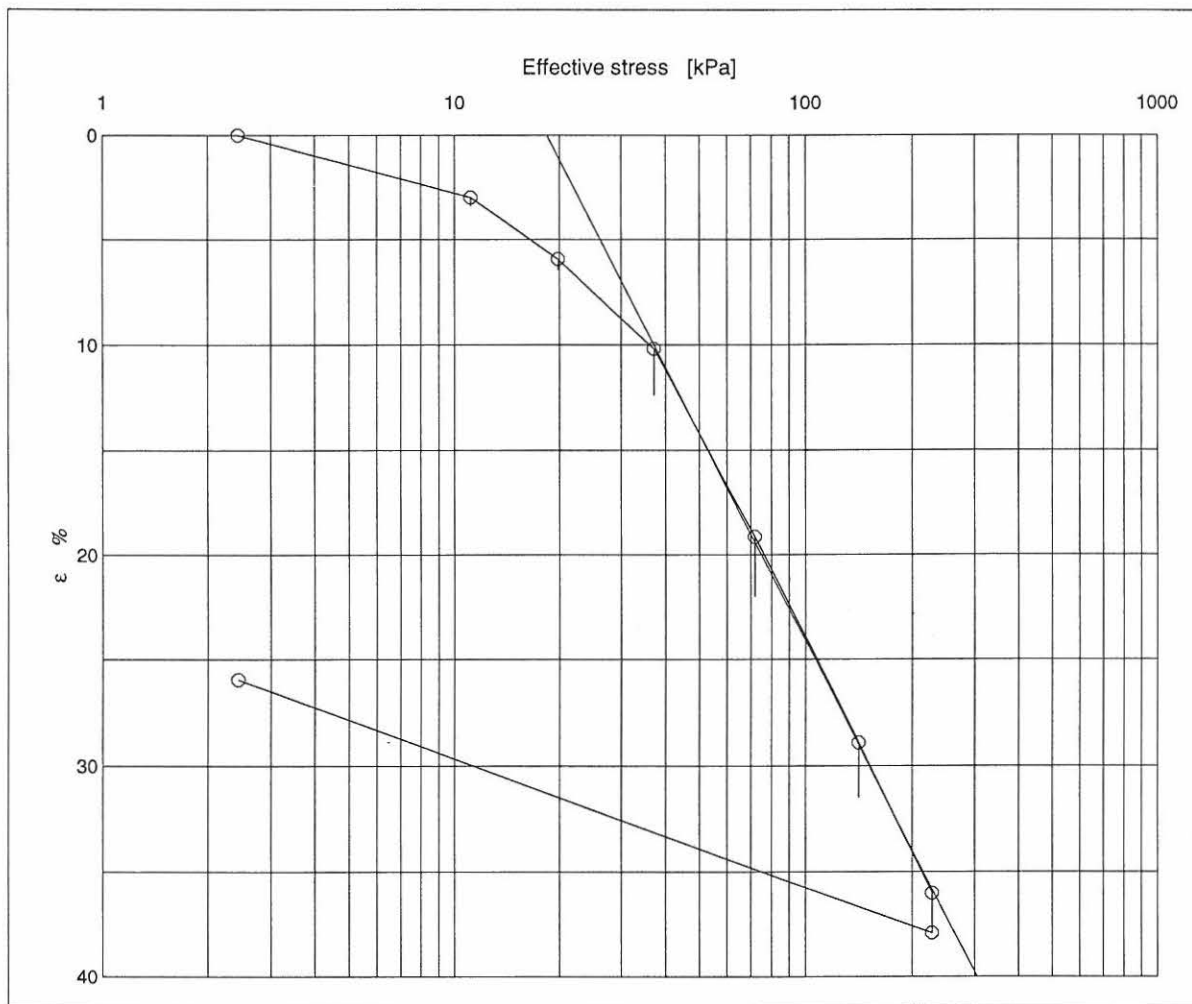
Description of soil:				Water content %	Before	After
Gytje m. enk. planter., m. skalfragm., grønligråt				Bulk density Mg / m ³	170,8	118,3
				Grain density Mg / m ³	1,224	1,316
Bor no :	B2/13	Overburden pressure	σ'_o 28 kPa	Void ratio		
Lab. no:	K02	Vane strength	c_v kPa	Degr. of Saturation %		
Depth (m) :	6,54	CPT - value	q_c MPa	Dimension H x D mm	30 x 60	22,53 x 60



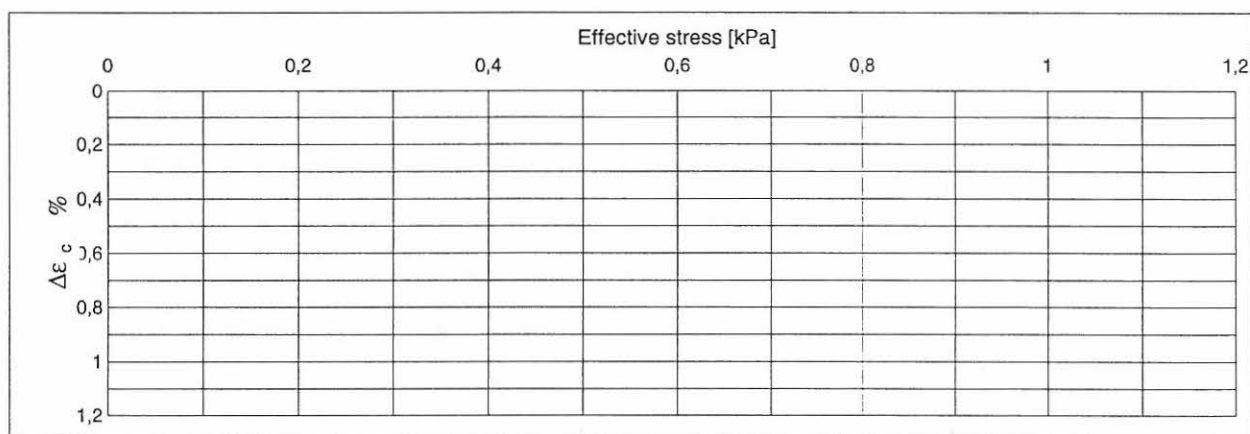
Job: COWI - 9709		AAU
Forlægning ved Kolind		Encl. No 2
Executed: AMS		Approved
Evaluated: JST		JST

Job: COWI - 9709	AAU
Forlægning ved Kolind	Encl. No 2
Executed: AMS	Approved
Checked: JST	JST

Description of soil:				Water content %	Before	After
Gytje m.enkelte planter. og skalfragm., grønlig gråt				Bulk density Mg / m ³	212,9	146,5
				Grain density Mg / m ³	1,169	1,25
Bor no :	B/RS3/13A	Overburden pressure	σ'_o	26 kPa	Void ratio	
Lab. no:	K03	Vane strength	c_v	kPa	Degr. of Saturation %	
Depth (m) :	6,44	CPT - value	q_c	MPa	Dimension H x D mm	30 x 60
						22,2 x 60



Job: COWI - 9709	AAU
Forlægning ved Kolind	Encl. No 3
Executed: JST	Approved
Evaluated: JST	WL

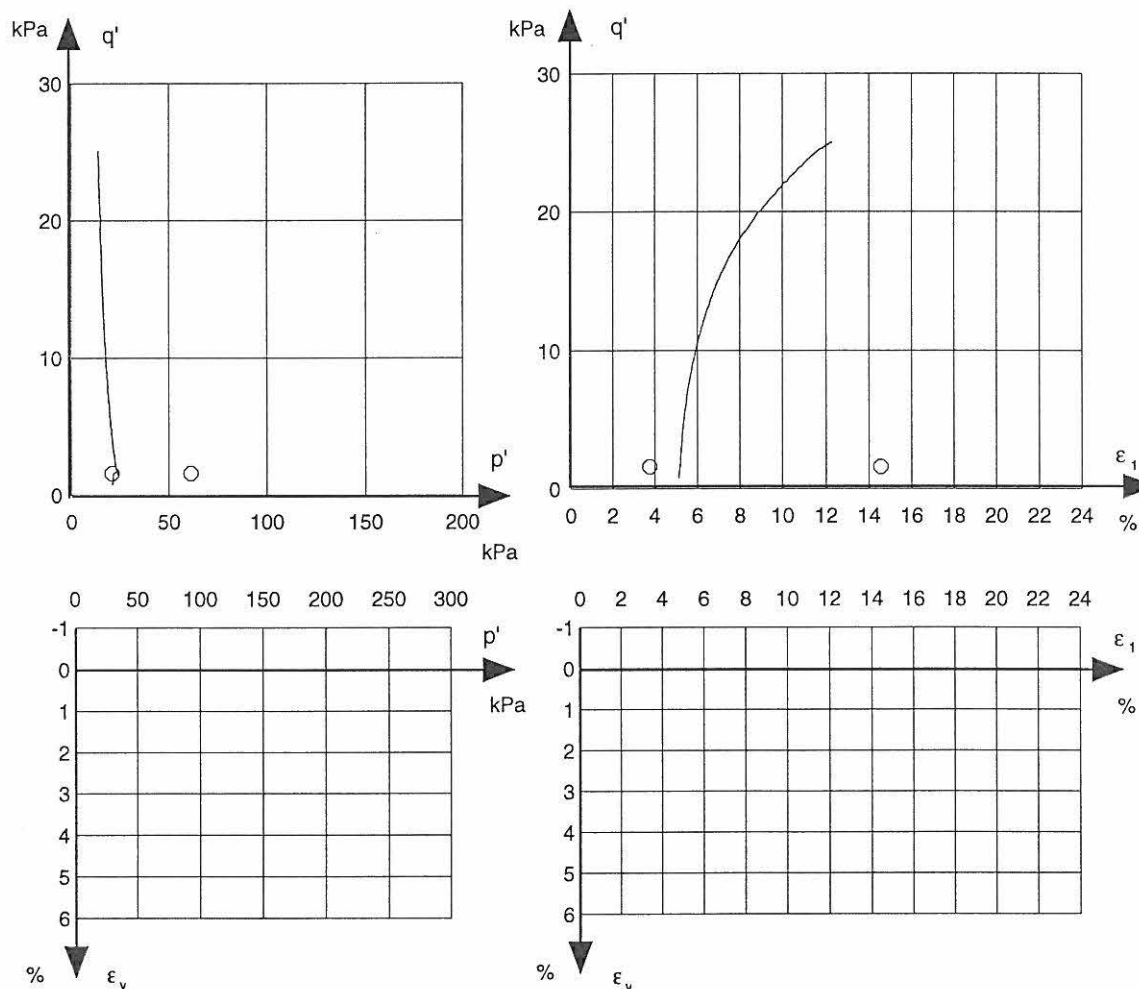


σ' kPa	ε_c %	ε_s % / lct	σ'_m kPa	K kPa	ck m ² /s
2,4	0,00	-	-	-	-
11,1	2,97	1,190	6,8	292,0	2,29E-08
19,8	5,93	1,541	15,4	293,0	2,19E-08
37,1	10,19	3,683	28,4	407,0	2,43E-08
71,7	19,13	4,986	54,4	387,3	1,27E-08
141,2	28,91	4,598	106,5	710,3	1,42E-08
227,8	36,02	3,332	184,5	1218,6	1,47E-08
2,4	25,94	-	-	-	-
		-	-	-	-
		-		-	-
		-		-	-

WL

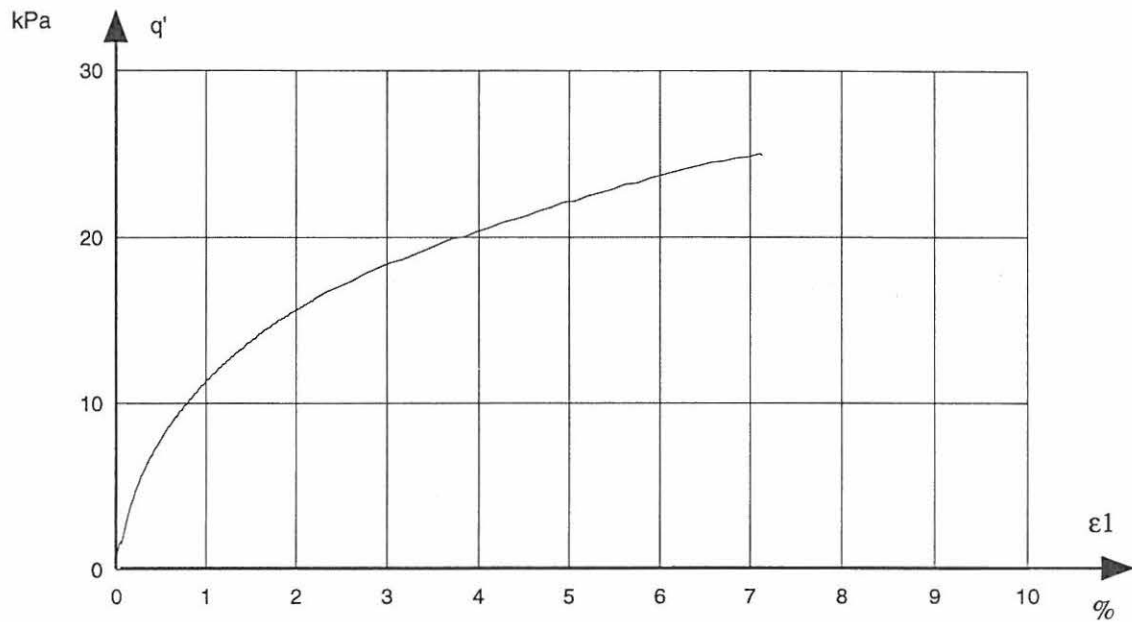
Description of soil	Date of reporting 2 October 1997	Specimen	Before test	After test
Sample No: T01 Lab no: 970904	Depth: 6.46 - 6.54 m σ'_o 26 kPa $c_{u,v}$ - kPa CPT-value	Water content %	225,07	
		Grain density Mg/m ³		
		Void ratio		
		Saturation		
		Dimensions H [mm] D [mm]	73,41 68,53	

TEST-PROGRAM Triaxial test CU $u=0$ Radial drainage	1. Isotropic consolidation	σ_a 20,24 60,72 kPa ε_1 3,757 14,545 % ε_v 6,497 19,971 %
	2. Undrained compression Deformation rate	2,0 %/h



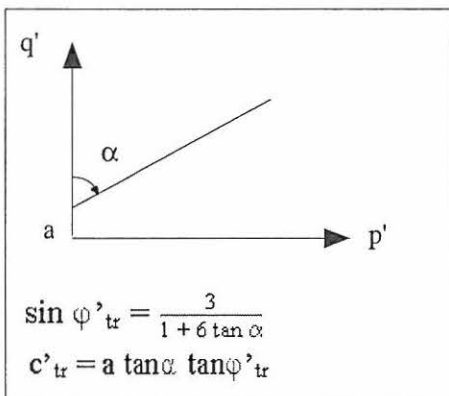
Signature O	Isotropic compression
_____	Undrained compression

Forlægning ved Kolind	AUC
COWI	Encl. No
Job: 9709	4
Exc: LT	Check: JST



Test results

c u	12,5	kPa
φ tr	33,4	
c tr	3,2	kPa
E u,50		MPa
E u,25		MPa
G 50		MPa
G 25		MPa

[illegible]

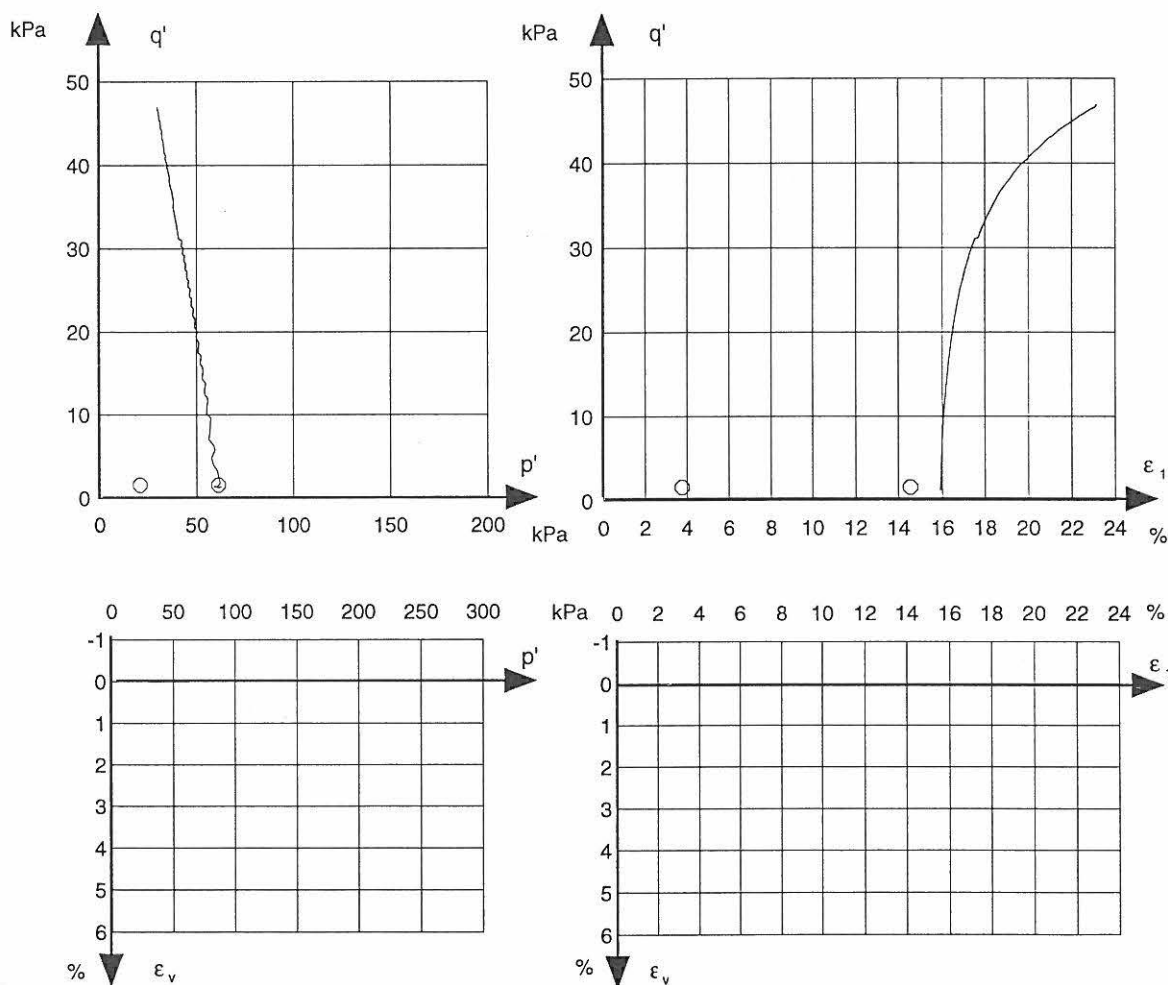
Remark:

Area correction is used $A=A_0*((100-\epsilon_{sv})/(100-\epsilon_{sl}))$

Forlægning ved Kolind	AUC
COWI	Encl. No
Job: 9709	4
Exc: LT	Check: JST

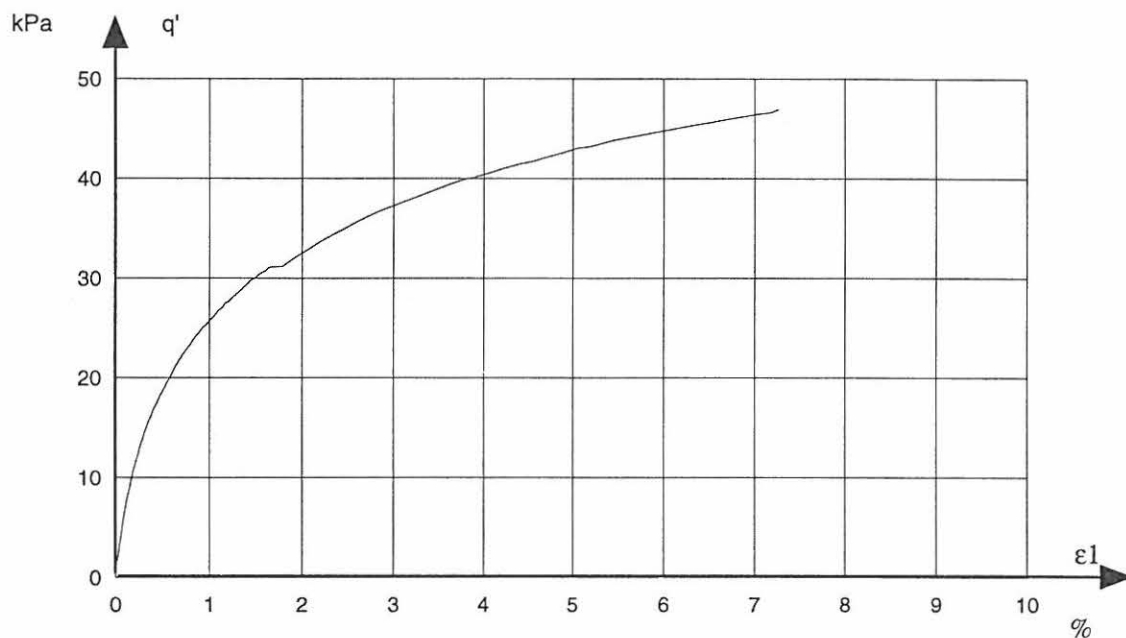
Description of soil	Date of reporting 2 October 1997	Specimen	Before test	After test
		Water content %		139,14
Sample No: T01	Depth: 6.46 - 6.54 m	Grain density Mg/m ³		
		Void ratio		
		Saturation		
		Dimensions H [mm]		61,7
Lab no: 970904	CPT-value	D [mm]		64,44

TEST-PROGRAM	1. Isotropic consolidation	σ'_3	20,24	60,72 kPa
		ϵ_1	3,757	14,545 %
Triaxial test CU u=0		ϵ_v	6,497	19,971 %
Radial drainage	2. Undrained compression			
	Deformation rate			2,0 %/h



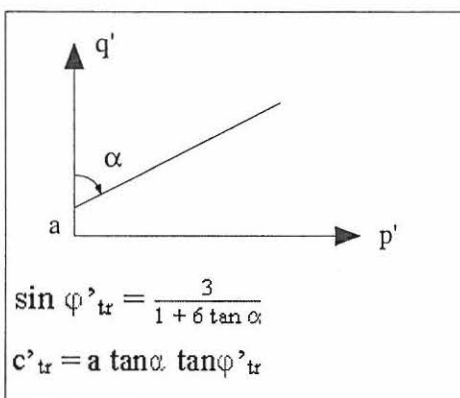
Signature	
O	Isotropic compression
_____	Undrained compression

Forlægning ved Kolind	AUC
COWI	Encl. No
Job: 9709	4
Exc: LT	Check: JST

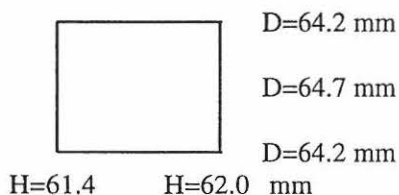


Test results

c_u	23,5 kPa
ϕ_{tr}	33,4
c_{tr}	3,2 kPa
$E_{u,50}$	MPa
$E_{u,25}$	MPa
G_{50}	MPa
G_{25}	MPa



Sketch of specimen after test



Undrained	shear	Local	Global
q'	p'	ϵ_1	ϵ_1
1,2	61,1	0,00	15,89
1,3	62,2	0,00	15,89
1,3	62,2	0,00	15,89
1,3	62,8	0,00	15,90
1,3	59,7	0,00	15,90
3,3	60,6	0,04	15,93
12,5	53,9	0,25	16,14
25,1	46,9	0,94	16,83
30,1	43,2	1,50	17,39
32,8	39,7	2,05	17,94
35,6	38,3	2,59	18,48
39,5	35,1	3,64	19,54
42,0	33,4	4,67	20,56
44,5	31,4	5,84	21,74
46,3	30,5	6,91	22,80
46,5	30,2	7,04	22,93
46,6	29,8	7,18	23,07
46,9	29,9	7,26	23,16
0,0	0,0	0,00	0,00
0,0	0,0	0,00	0,00
0,0	0,0	0,00	0,00
0,0	0,0	0,00	0,00
0,0	0,0	0,00	0,00
0,0	0,0	0,00	0,00
0,0	0,0	0,00	0,00
0,0	0,0	0,00	0,00
0,0	0,0	0,00	0,00
0,0	0,0	0,00	0,00
0,0	0,0	0,00	0,00
0,0	0,0	0,00	0,00

Remark:

Area correction is used $A=A_0*((100-\epsilon_{sv})/(100-\epsilon_{s1}))$

Forlægning ved Kolind

COWI

Job: 9709

Exc: LT

AUC

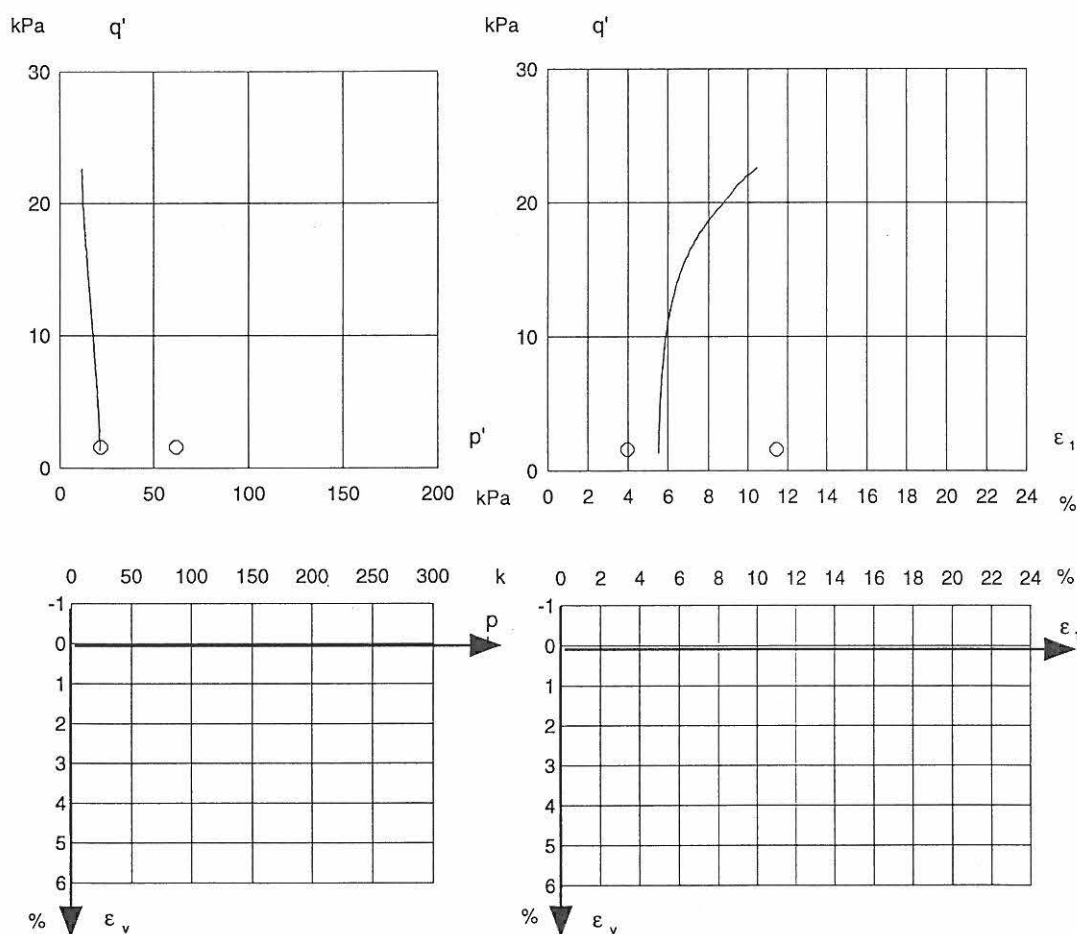
Encl. No

4

Check: JST

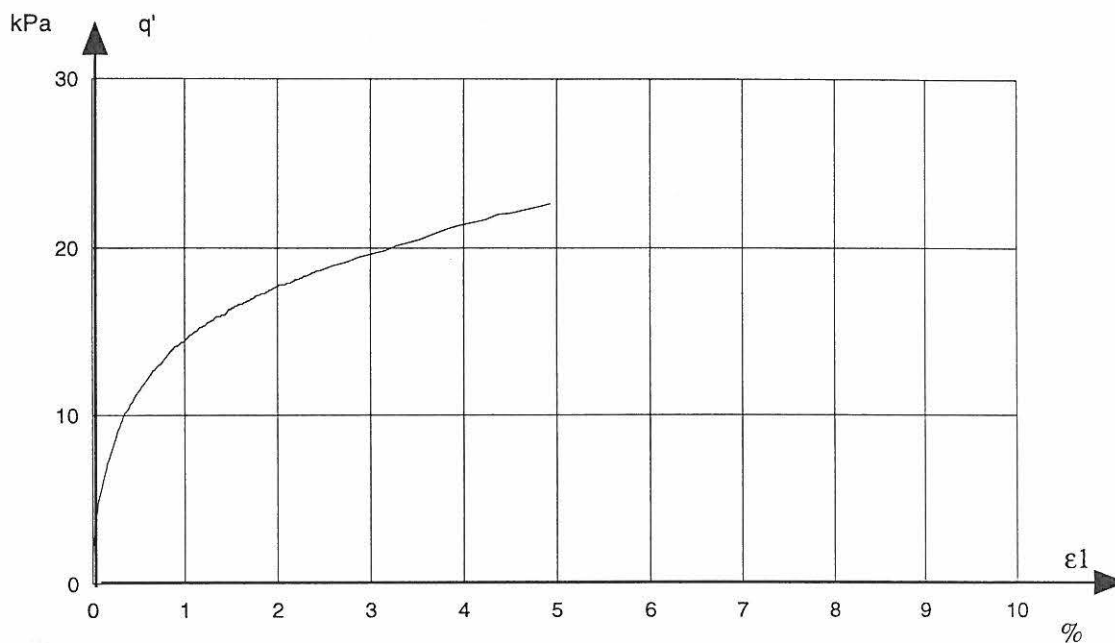
Description of soil	Date of reporting 4 October 1997	Specimen	Before test	After test
		Water content % Grain density Mg/m ³	74,22	
Sample No: T02	Depth: 3.38 - 3.45 m	Void ratio		
Lab no: 970905	σ'_0 kPa $c_{u,v}$ 25 kPa CPT-value	Saturation		
		Dimensions H [mm] D [mm]	70 70	

TEST-PROGRAM Triaxial test CU u=0 Radial drainage	1. Isotropic consolidation	σ'_3 21,14 61,22 kPa ϵ_1 3,959 11,435 % ϵ_v 13,4 26,058 %
	2. Undrained compression Deformation rate	2,0 %/h

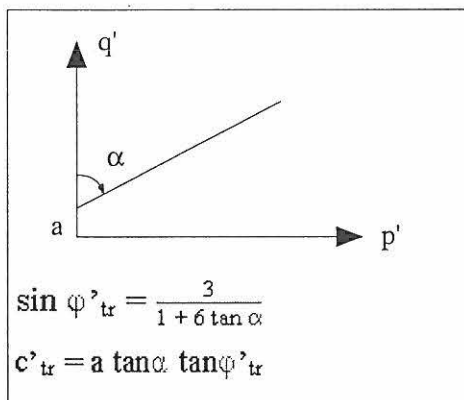


Signature O	Isotropic compression
_____	Undrained cor.

Forlægning ved Kolind	AUC
COWI	Encl. No
Job: 9709	5
Exc: LT	Check: JST



Test results	eps1 : 5 % / 7 %
c _u	11.31/ 11.81 kPa
φ _{tr}	35.4 / 41.9
c _{tr}	2.9 / 1.3 kPa
E _{u,50}	MPa
E _{u,25}	MPa
G ₅₀	MPa
G ₂₅	MPa

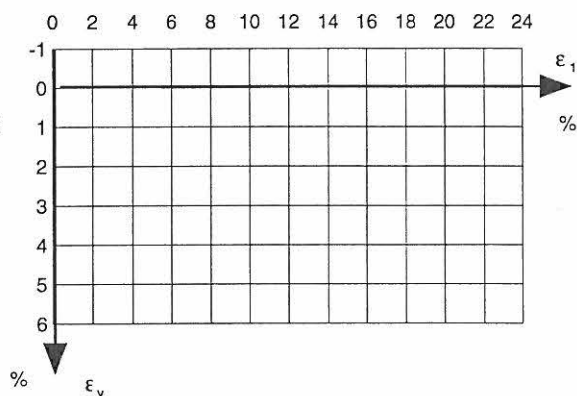
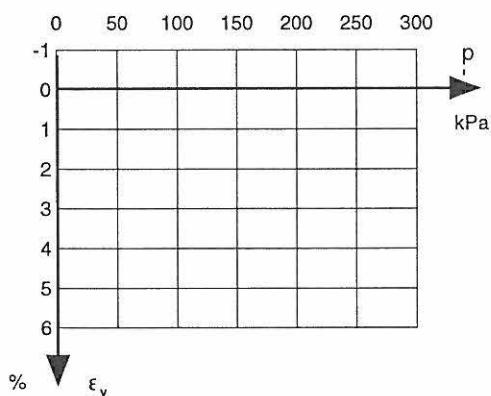
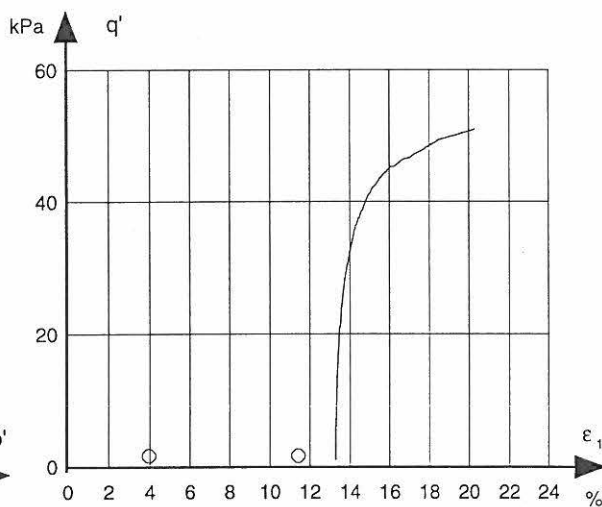
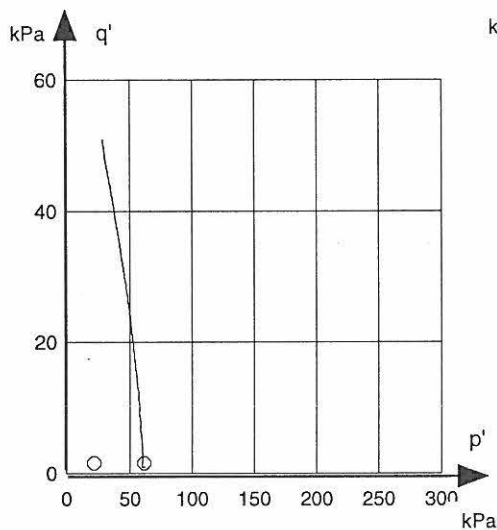
[illegible]

Remark:
 Area correction is used $A=A_0*((100-\text{eps}_v)/(100-\text{eps}_l))$

Forlægning ved Kolind	AUC
COWI	Encl. No
Job: 9709	5
Exc: LT	Check: JST

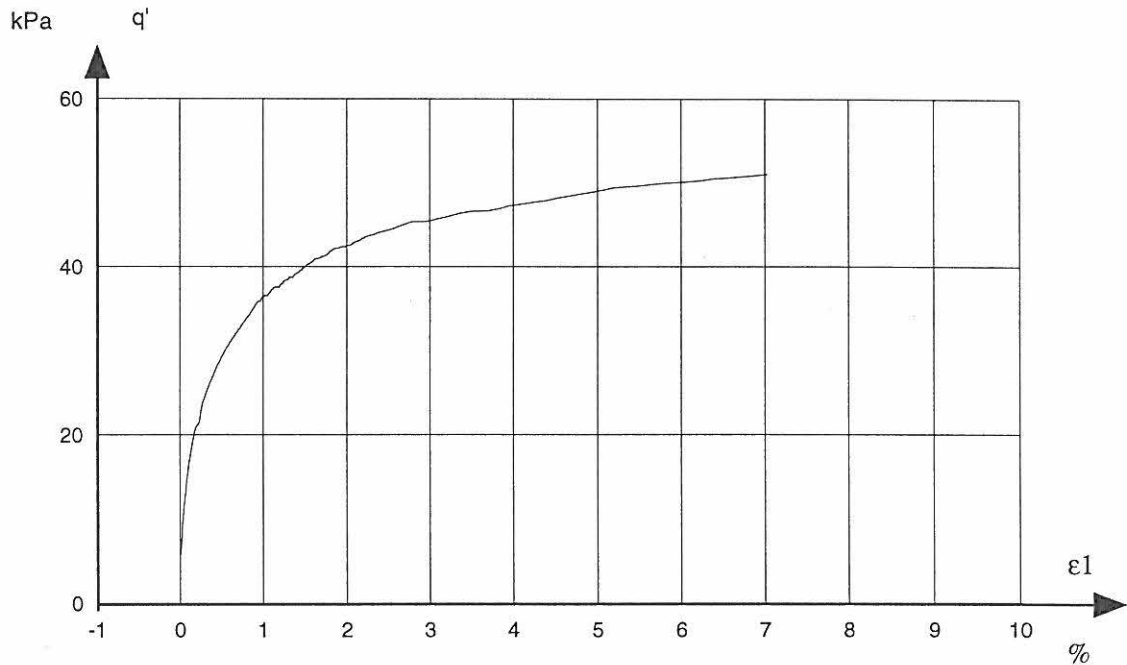
Description of soil	Date of reporting 4 October 1997	Specimen	Before test	After test
		Water content %		45,09
		Grain density Mg/m ³		
Sample No: T02	Depth: 3.38 - 3.45 m	Void ratio		
Lab no: 970905	σ'_0 27 kPa	Saturation		
	$C_{u,v}$ 25 kPa	Dimensions H [mm]		56,62
	CPT-value	D [mm]		67,62

TEST-PROGRAM	1. Isotropic consolidation	σ'_a	21,14	61,22 kPa
Triaxial test		ϵ_1	3,959	11,435 %
CU $u=0$		ϵ_v	13,4	26,058 %
Radial drainage	2. Undrained compression			
	Deformation rate			2,0 %/h

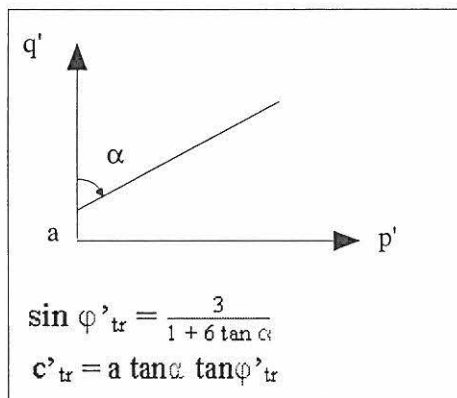


Signature	
O	Isotropic compression
_____	Undrained compression


Forlægning ved Kolind	AUC
COWI	Encl. No
Job: 9709	5
Exc: LT	Check: JST



Test results	eps1 : 5 % / 7 %
c	24.45 / 25.53 kPa
ϕ	35.4 / 41.9
c'	2.9 / 1.3 kPa
E	MPa
E	MPa
G	0,0 MPa
G	0.0 MPa



Sketch of specimen after test



D=67.69 mm
D=66.62 mm
D=68.54 mm
H= 57.15 H= 56.08 mm

[illegible]

Remark:
 Area correction is used $A=A_0*((100-\text{eps}_v)/(100-\text{eps}_l))$

Forlægning ved Kolind	AUC
COWI	Encl. No
Job: 9709	5
Exc: LT	Check: JST

